

COMMITTENTE

COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO

Piazza Daniele Moro, 33
33075 - Morsano al Tagliamento (PN)



TITOLO

INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA (EFFICIENTAMENTO ENERGETICO) IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE COMUNALE. VIA CENTRO E VIA PRINCIPALE. CUP: I94H23000010006. M2C4I2.2 LEGGE N. 160 DEL 27.12.2019 ART. 1 COMMA 29 LETT. A) E B).

LIVELLO DI PROGETTO

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO

Relazione tecnica

N. ELABORATO

E-1.2

SCALA/E

-

LUOGO

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI PORDENONE
COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO

COMMESSA

23016

FILE

23016E12RELTE



RETE DI PROFESSIONISTI TRA:
Michele Per. Ind. Modolo
Giancarlo Dott. Ing. Zambon
Via Trieste, 2 - 33070 - Caneva (PN)
Phone: +39 0434 1750002
Fax: +39 0434 1750001
E-mail: info@progecostudio.com
Web: www.progecostudio.com

SETTORI DI INTERVENTO

- IE - IMPIANTI ELETTRICI
- IM - IMPIANTI MECCANICI
- PI - PREVENZIONE INCENDI
- ID - INFRASTRUTTURE IDRAULICHE
- IP - ILLUMINAZIONE PUBBLICA
- IS - ILLUMINAZIONE SCENOGRAFICA
- AC - ACUSTICA
- CS - COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA

PROGETTISTA

Michele Per. Ind. Modolo



COLLABORATORI

Lorenzo Pavanetto

DATA	REVISIONE	OGGETTO/MODIFICHE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
31/07/2023	00	Emissione	LP	MM	MM

RELAZIONE TECNICA

Sommarario

1. Oggetto	2
2. Premessa	2
3. Classificazione illuminotecnica delle aree	3
3.1. Modalità di classificazione	3
3.2. Classificazione delle strade	3
4. Calcolo del fattore di manutenzione	18
5. Apparecchi illuminanti e sostegni, L.R. 15/07	19
6. Criteri di scelta del tipo di sorgenti luminose	21
6.1. Tonalità della luce e resa cromatica	21
6.2. Le sorgenti luminose previste	22
7. Caratteristiche elettriche degli impianti	24
7.1. Alimentazione e quadri comando	24
7.2. Collegamenti	25
7.3. Linee e conduttori	25
7.4. Protezione dai contatti diretti	25
7.5. Protezione dai contatti indiretti	26
8. Dimensionamento delle linee a 3 conduttori unipolari + neutro	26
8.1. Protezione delle linee contro il corto circuito	26
9. Analisi dei consumi esistenti	28
10. Tabella riassuntiva nuovi impianti	30
11. Previsione dei costi di gestione degli impianti	30
11.1. Calcolo dei consumi per la rete di progetto	30
11.2. Costo annuo dell'energia per la rete di progetto	32
11.3. Costo annuo di gestione per la rete di progetto	32
11.4. Costo annuo di esercizio per la rete di progetto	33
12. Calcolo dell'indice di prestazione energetica degli impianti di illuminazione	34

1. Oggetto

Oggetto del presente progetto esecutivo è l'efficiamento energetico di alcuni impianti di pubblica illuminazione nel territorio comunale di Mordano al Tagliamento (PN).

In particolare, gli interventi riguarderanno la sostituzione degli apparecchi illuminanti in Via Centro, Via S. Michele, Via Principale, Via della Chiesa ed il parco di Via Carbona.

L'opera è finanziata dall'Unione Europea – NextGenerationEU.

Lo studio è svolto per conto del Committente:

COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO (PN)

Il progetto è redatto, oltre che secondo i criteri stabiliti dalla normativa tecnica e dalle leggi in vigore, secondo i migliori criteri di risparmio energetico e di tutela ambientale.

2. Premessa

La progettazione viene realizzata osservando i seguenti criteri progettuali:

- gradevole aspetto estetico;
- elevato grado di sicurezza e facile manutenzione;
- rispetto delle normative vigenti, in particolare della norma CEI 64-8 ("Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua") con speciale riferimento alla sez. 714 ("Impianti di illuminazione situati all'esterno");
- rispetto della serie di norme UNI-EN 13201 ("Illuminazione stradale") e della norma UNI 11248 ("Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche") per quanto riguarda i requisiti illuminotecnici delle strade a traffico motorizzato, in sostituzione della precedente norma UNI 10439;
- rispetto della norma UNI 10819 e della Legge Regionale n° 15/07 per quanto riguarda la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

L'ambito di competenza del presente progetto esclude le dorsali di linee elettriche esistenti, eventuali carenze di natura elettrica che si dovessero verificare non sono pertanto riconducibili agli interventi previsti.

3. Classificazione illuminotecnica delle aree

3.1. Modalità di classificazione

Ai fini della redazione del presente studio si procede assumendo come riferimento normativo la norma UNI-EN 13201 ("Illuminazione stradale") e la norma UNI 11248 ("Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche"), che in base al tipo e alla quantità di traffico che interessa ogni singola via e alle differenti condizioni di esercizio che possono avere gli impianti, richiede specifiche prestazioni illuminotecniche agli impianti stessi.

Nella classificazione illuminotecnica si è proceduto nel seguente modo:

- dal prospetto 1 3 della norma UNI 11248 si è individuata per ogni via la categoria illuminotecnica di ingresso;
- dopo aver individuato la categoria illuminotecnica di ingresso, si è effettuata l'analisi dei rischi secondo i prospetti 2 e 3 della norma UNI 11248, valutando i vari parametri di influenza che possono interessare le aree ed essere in grado di determinare variazioni alla categoria illuminotecnica di riferimento, giungendo alla categoria illuminotecnica di progetto.

Quest'ultima categoria è quella utilizzata per la classificazione illuminotecnica finale.

Per determinare la categoria illuminotecnica di progetto si sono seguite le linee guida per la progettazione fornite dal PRIC (Piano Regolatore Illuminazione Comunale) adottato dall'Amministrazione Comunale.

3.2. Classificazione delle strade

VIABILITÀ

VIA CARBONA

TIPO DI STRADA: **F**, Strada locale urbana, velocità considerata 50 km/h, conseguente categoria illuminotecnica di ingresso: **M4** (prospetto 1 norma UNI 11248);

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- complessità del compito visivo normale: **0**;
- assenza o bassa densità di zone di conflitto: **1**;
- segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: **0**;
- segnaletica stradale attiva: **0**;
- assenza di pericolo di aggressione: **non significativo, 0**;
- flusso di traffico < del 25% rispetto alla portata di servizio: **0**⁽¹⁾;
- flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio: **0**⁽¹⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO: 1.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO: M5.

⁽¹⁾ Nei parametri di rischio non è considerata la diminuzione del flusso di traffico rispetto alle portate nominali di cui al DM 5/11/2001, in quanto il comune non dispone dei valori di flusso massimi di traffico delle strade oppure non sono stati trasmessi al progettista; inoltre, in assenza di dati storici, statistici o previsionali che evidenzino condizioni di traffico minori del 25% o del 50% della portata di servizio della strada per tutta la durata di vita dell'impianto, la categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada (art. 8.4 norma UNI 11248)

Gli impianti sono pertanto dimensionati secondo la categoria illuminotecnica di progetto, in condizioni particolari o in particolari momenti essi potranno garantire altre prestazioni minime di esercizio, ad esempio attraverso l'azione svolta dalla regolazione del flusso luminoso emesso interna agli apparecchi, con conseguente riduzione del flusso luminoso emesso ad orari prestabiliti.

Si valutano pertanto le influenze esterne che possono incidere, negli orari notturni, sulla classificazione illuminotecnica di progetto:

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- flusso di traffico < 50% del valore massimo: **-1**⁽²⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO: -1.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO: M6.

⁽²⁾ Tale parametro viene considerato per la determinazione della categoria di esercizio, ossia la condizione di illuminazione di un dato impianto in un preciso istante della sua vita (si sono a tal proposito ipotizzate le ore notturne quando i flussi di traffico sono certamente inferiori)

Negli orari notturni sarà pertanto sufficiente il rispetto di tale categoria.

VIABILITÀ

VIA CENTRO

TIPO DI STRADA: **C2**, Strada extraurbana secondaria come emerso da comunicazione verbale con tecnici della Provincia, velocità considerata 50 km/h, conseguente categoria illuminotecnica di ingresso: **M3** (prospetto 1 norma UNI 11248);

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- complessità del compito visivo normale: **0**;
- assenza o bassa densità di zone di conflitto: **-1**;
- segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: **0**;
- segnaletica stradale attiva: **0**;
- assenza di pericolo di aggressione: **non significativo, 0**;
- flusso di traffico < del 25% rispetto alla portata di servizio: **0** ⁽¹⁾;
- flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio: **0** ⁽¹⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO: **0**.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO: **M4**.

⁽¹⁾ Nei parametri di rischio non è considerata la diminuzione del flusso di traffico rispetto alle portate nominali di cui al DM 5/11/2001, in quanto il comune non dispone dei valori di flusso massimi di traffico delle strade oppure non sono stati trasmessi al progettista; inoltre, in assenza di dati storici, statistici o previsionali che evidenzino condizioni di traffico minori del 25% o del 50% della portata di servizio della strada per tutta la durata di vita dell'impianto, la categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada (art. 8.4 norma UNI 11248)

Gli impianti sono pertanto dimensionati secondo la categoria illuminotecnica di progetto, in condizioni particolari o in particolari momenti essi potranno garantire altre prestazioni minime di esercizio, ad esempio attraverso l'azione svolta dalla regolazione del flusso luminoso emesso interna agli apparecchi, con conseguente riduzione del flusso luminoso emesso ad orari prestabiliti.

Si valutano pertanto le influenze esterne che possono incidere, negli orari notturni, sulla classificazione illuminotecnica di progetto:

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- flusso di traffico < 50% del valore massimo: **-1** ⁽²⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO: **-1**.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO: M5.

(2) Tale parametro viene considerato per la determinazione della categoria di esercizio, ossia la condizione di illuminazione di un dato impianto in un preciso istante della sua vita (si sono a tal proposito ipotizzate le ore notturne quando i flussi di traffico sono certamente inferiori)

Negli orari notturni sarà pertanto sufficiente il rispetto di tale categoria.

VIA PRINCIPALE, VIA SAN MICHELE

TIPO DI STRADA: **F**, Strada locale urbana, velocità considerata 50 km/h, conseguente categoria illuminotecnica di ingresso: M4 (prospetto 1 norma UNI 11248);

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- complessità del compito visivo normale: **0**;
- assenza o bassa densità di zone di conflitto: **0**;
- segnaletica cospicua nelle zone conflittuali: **0**;
- segnaletica stradale attiva: **0**;
- assenza di pericolo di aggressione: **non significativo, 0**;
- flusso di traffico < del 25% rispetto alla portata di servizio: **0** ⁽¹⁾;
- flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio: **0** ⁽¹⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI RIFERIMENTO: 0.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO: M4.

(1) Nei parametri di rischio non è considerata la diminuzione del flusso di traffico rispetto alle portate nominali di cui al DM 5/11/2001, in quanto il comune non dispone dei valori di flusso massimi di traffico delle strade oppure non sono stati trasmessi al progettista; inoltre, in assenza di dati storici, statistici o previsionali che evidenzino condizioni di traffico minori del 25% o del 50% della portata di servizio della strada per tutta la durata di vita dell'impianto, la categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio massima della strada (art. 8.4 norma UNI 11248)

Gli impianti sono pertanto dimensionati secondo la categoria illuminotecnica di progetto, in condizioni particolari o in particolari momenti essi potranno garantire altre prestazioni minime di esercizio, ad esempio attraverso l'azione svolta dalla regolazione del flusso luminoso emesso interna agli apparecchi, con conseguente riduzione del flusso luminoso emesso ad orari prestabiliti.

Si valutano pertanto le influenze esterne che possono incidere, negli orari notturni, sulla classificazione illuminotecnica di progetto:

INFLUENZE ESTERNE E VARIAZIONI DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO (prospetti 2 e 3 norma UNI 11248):

- flusso di traffico < 50% del valore massimo: -1 ⁽²⁾;

TOTALE VARIAZIONE DELLA CATEGORIA DI ILLUMINAZIONE DI PROGETTO: -1.

CONSEQUENTE CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO: M5.

⁽²⁾ Tale parametro viene considerato per la determinazione della categoria di esercizio, ossia la condizione di illuminazione di un dato impianto in un preciso istante della sua vita (si sono a tal proposito ipotizzate le ore notturne quando i flussi di traffico sono certamente inferiori)

Negli orari notturni sarà pertanto sufficiente il rispetto di tale categoria.

La tabella seguente riporta i parametri considerati per la determinazione della categoria illuminotecnica di ingresso.

Estratto prospetto 1 norma UNI 11248

prospetto 1

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
Strade locali interzonali	50	M3	
	30	C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	
1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792 ¹⁰⁾ . 2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6). 3) Vedere punto 6.3. 4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".			

I prospetti seguenti riportano i parametri di influenza considerati per la determinazione della categoria illuminotecnica di progetto e esercizio.

Estratto prospetti 2 e 3 norma UNI 11248

prospetto 2

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ¹⁾²⁾	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ^[5] .	

prospetto 3

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

I punti di calcolo sono posizionati secondo le prescrizioni della norma UNI EN 13201/3 art. 7.2.7.

AMBITI PARTICOLARI

Per quanto riguarda gli ambiti particolari (marciapiedi, parcheggi, percorsi pedonali, attraversamenti pedonali ecc.), per i quali vista la conformazione non è possibile valutarne le luminanze, si valuta l'illuminamento orizzontale, secondo le classi C e P corrispondenti alla categoria illuminotecnica M di progetto (norma UNI 11248 prospetto 6).

AMBITI PARTICOLARI

Classificazione:

- P2 per il percorso ciclopedonale di via Centro
- P3 per il parco di Via Carbona

Estratto prospetto 6 norma UNI 11248

prospetto 6 **Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^2$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^2$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^2$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

PARCO DI VIA CARBONA - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO: P2.

L'impianto di quest'area è pertanto dimensionato secondo la categoria illuminotecnica di progetto, in condizioni particolari o in particolari momenti esso potrà garantire altre prestazioni minime di esercizio, ad esempio attraverso l'azione svolta dalla regolazione del flusso luminoso emesso interna agli apparecchi.

PARCO DI VIA CARBONA - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO: P3.
PARCO DI VIA CARBONA - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO: P3.

L'impianto di quest'area è pertanto dimensionato secondo la categoria illuminotecnica di progetto, in condizioni particolari o in particolari momenti esso potrà garantire altre prestazioni minime di esercizio, ad esempio attraverso l'azione svolta dalla regolazione del flusso luminoso emesso interna agli apparecchi.

PARCO DI VIA CARBONA - CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI ESERCIZIO: P4.

Zona	Classe di illuminazione di ingresso	Classe di illuminazione di progetto	Classe di illuminazione di esercizio
Via Centro, Via Principale, Via S. Michele e Via Chiesa	M3	M4	M5
Percorso ciclopedonale via Centro	M4	P2	P3
Via Carbona	M5	P3	P4

Estratto prospetto 1 norma UNI EN 13201-2: Categorie illuminotecniche serie M

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato		Asciutto	Asciutto
	\bar{L} [minima mantenuta] cd x m ²	U_o [minima]	$U^{(a)}$ [minima]	$U_{pe}^{(b)}$ [minima]	$f_{Tn}^{(c)}$ [massima] %	$R_{Ei}^{(d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale (U) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna f_{Tn} sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

Estratto prospetto 3 norma UNI EN 13201-2: Categorie illuminotecniche serie P

 prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}^{(a)}$ [minimo mantenuto] lx	E_{min} [mantenuto] lx	E_{vmin} [mantenuto] lx	E_{scmin} [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

I calcoli illuminotecnici corrispondenti alle classificazioni sopra esposte sono allegati al progetto.

DEFINIZIONI:

Carreggiata: Parte della strada tipicamente usata dal traffico veicolare (UNI EN 12665:2011 punto 3.5.291)

Nota 1 La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia, e in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine

Nota 2 La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.

Categoria illuminotecnica: Condizioni di illuminazione in grado di soddisfare requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.

Nota La categoria illuminotecnica può riferirsi a requisiti normativi (UNI EN 13201-2), al progetto illuminotecnico (scelta operata dal progettista) o ai risultati di una misurazione (UNI EN 132201-4) Se non chiaro dal contesto si dovrebbe esplicitare il riferimento

Categoria illuminotecnica di ingresso: Categoria illuminotecnica necessaria ai fini dell'analisi dei rischi determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.

Nota: Nella presente norma si adotta la classificazione delle strade del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 N. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive integrazioni e modifiche.

Categoria illuminotecnica di progetto: Categoria illuminotecnica ricavata, per un data impianto, modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base al valore dei parametri di Influenza individuati nella analisi dei rischi e considerati costanti nel tempo.

Nota: Corrisponde alla categoria illuminotecnica di esercizio con prestazioni massime

Categoria illuminotecnica di esercizio: Categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.

Nota: Una data categoria illuminotecnica di esercizio viene attivata in base a specifiche operative descritte nel progetto illuminotecnico (in questo caso a una scelta operata a priori dal progettista) o al verificarsi di definite condizioni, sempre specificate nel progetto illuminotecnico, di uno o più parametri di influenza (in questo caso è il risultato di un campionamento in tempo reale, di questi parametri).

Complessità del campo visivo: Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo (UNI EN 12665:2011, punto 3.1.10) di un utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito.

Nota 1: La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto queste influenzano il livello di adattamento dell'occhio dell'utente.

Nota 2: il parametro può essere valutato in modo quantitativo attraverso modelli matematici del fenomeno della visione, ma ai fini della presente norma è spesso sufficiente una valutazione di tipo qualitativo (per esempio complessità elevata o normale)

Nota 3: Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono: i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta alato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente.

Nota 4: Anche in presenza di adeguata guida visiva, gli elementi sopra specificati possono creare problemi alla rapida percezione di oggetti di essenziale importanza quali semafori, segnaletica verticale o altri utenti della strada che stiano cambiando direzione di marcia.

Nota 5: la valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista.

Nota 6: Indicazioni su concetto di guida visiva sono reperibili in CIE 115:2010

Condizione di illuminazione: Insieme coerente di parametri illuminotecnici e dei loro valori numerici in grado di quantificare le prestazioni illuminotecniche di un impianto in una data zona di studio.

Flusso orario di traffico: Numero di utenti della strada che attraversano una data sezione della zona di studio in un definito intervallo di tempo pari a 1h e in ambedue le direzioni.

Nota: Il flusso orario di traffico è un parametro di influenza per la determinazione delle categorie illuminotecniche di esercizio.

Guida visiva: Configurazione geometrica di sorgenti di luce e /o segnaletica che assicura l'individuazione del tracciato stradale da parte dell'utente della strada.

Illuminazione a regolazione: Illuminazione con variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento in relazione al flusso orario di traffico, condizioni meteo o altri parametri.

Nota: Equivale al termine "Adaptive Illumination" come definito ne punto 3.2 del CEN/TR 13201-1-2015[1]

Illuminazione a regolazione predefinita: Illuminazione a regolazione che opera secondo delle valutazioni a priori esplicitate dal progettista nella valutazione dei rischi.

Illuminazione a regolazione in tempo reale (illuminazione adattiva): Illuminazione a regolazione nella quale le variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento sono attuate in brevi tempi prestabiliti e con continuità in base alle reali condizioni dei parametri di influenza come il flusso orario di traffico, la tipologia di traffico o le condizioni atmosferiche misurati senza interruzioni. Nota: le misure dei parametri di influenza potrebbero avvenire anche nei periodi precedenti all'accensione dell'impianto di illuminazione e continuare senza interruzioni nel corso del servizio.

Incidenti pregressi: Statistica degli incidenti avvenuti, nel passato, in condizioni diurne e notturne nella strada da illuminare o in una zona equivalente, nel caso di strade di nuova costruzione.

Intersezioni a livelli sfalsati (svincoli): insieme di infrastrutture (sovrappassi, sottopassi e rampe) che consente lo smistamento delle correnti veicolari tra rami di strade posti a diversi livelli.

Nota: nella presente norma si adotta la classificazione e la nomenclatura descrittiva nel Decreto ministeriale del 19-04-2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

Intersezioni a raso e/o a rotatoria (incroci): Area comune a più strade organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra di esse.

Nota: Nella presente norma si adotta la classificazione e la nomenclatura descritta nel Decreto Ministeriale del 19-04-2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali"

Luminosità ambientale: Livello delle luminanze dell'ambiente considerando tutte sorgenti di luce presenti

Parametro di influenza: Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica.

Nota 1: i parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi. Parametri quantitativi potrebbero essere noti solo in modo qualitativo.

Nota 2: per comodità non viene fatta distinzione tra parametri propriamente detti (per esempio orario di traffico) o valutazioni di una determinata condizione della zona di studio (per esempio la presenza o assenza di zone di conflitto).

Parametri di influenza costanti nel lungo periodo: Parametri per i quali non si prevedono variazioni significative durante la vita presunta dell'impianto o per una ragionevole parte di essa.

Parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale: Parametri per i quali si prevedono variazioni significative nel tempo, per esempio durante la notte, la settimana, le stagioni.

Portata di servizio: Valore massimo del flusso di traffico smaltibile dalla strada con il livello di servizio assegnato.

Nota 1: Il flusso orario di traffico motorizzato e misurato in veicoli per ora.

Nota 2: la portata di servizio di una strada è determinata in base ai requisiti esplicitati nel decreto ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” del ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.

Portata di servizio per corsia: Valore massimo del flusso orario di traffico smaltibile dalla corsia con il livello di servizio assegnato.

Rapporto scotopico-fotopico (S/P): Rapporto tra il flusso luminoso emesso da una sorgente misurato considerando il fattore spettrale di visibilità CIE per la visione scotopica $V'(\lambda)$ e flusso luminoso emesso dalla stessa sorgente misurato considerando il fattore spettrale di visibilità CIE per la visione fotopica $V(\lambda)$:

$$S/P = \frac{(K'm) \int_{\lambda=0}^{\infty} S_{\lambda}(\lambda) V'(\lambda) d\lambda}{(Km) \int_{\lambda=0}^{\infty} S_{\lambda}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}$$

Dove:

- $K'm = 1700 \text{ lm W}^{-1}$ è il valore massimo del coefficiente di visibilità per la visione scotopica $K'(\lambda)$;
- $Km = 683 \text{ lm W}^{-1}$ è il valore massimo del coefficiente di visibilità per la visione fotopica $K(\lambda)$;
- $S_{\lambda}(\lambda)$ è la distribuzione spettrale del flusso energetico emesso dalla sorgente in watt al metro;
- $V'(\lambda)$ è il fattore spettrale di visibilità CIE per la visione scotopica in unità 1;
- $V(\lambda)$ è il fattore spettrale di visibilità CIE per la visione fotopica in unità 1;
- λ è la lunghezza d'onda in metri.

Rallentatori di velocità: Dispositivi applicati alla pavimentazione stradale atti a rallentare il flusso orario di traffico.

Regolatore di flusso luminoso: Sistema o metodo che permette, associato ad una adeguata procedura, di regolare il flusso luminoso emesso da uno o più apparecchi di illuminazione in funzione di uno o più parametri specificati.

Segnaletica cospicua: Segnali stradali che attraggono l'attenzione degli utenti della strada a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e che per tanto, sono facilmente individuati dagli stessi e correttamente interpretati.

Nota 1: la luminanza del segnale rispetto allo sfondo e quindi il suo contrasto rappresenta il parametro principale per valutare la cospicuità del segnale rispetto alle condizioni ambientali e di visione.

Strada: Area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni dei veicoli e degli animali.

Nota: Il termine di strada è generico e intende aree denominate in modo più specifico come piazza, incrocio rotatoria, pista ciclabile, area pedonale, ecc.

Tipo di strada: Classificazione delle strade riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali.

Tipo di utente: Classificazione delle persone o dei veicoli presenti in una zona adibita al traffico.

Zona di conflitto: Zona della strada nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano tra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da tipi di utenti diversi.

Nota: Esempi di zone di conflitto sono gli svincoli le intersezioni e/o le zone con contemporanea presenza di flussi di traffico diversi (per esempio ciclisti e veicoli).

Zona di studio: Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione e che presenta condizioni di traffico omogenee.

Luminanza media del manto stradale (della carreggiata di una strada); L: Valore medio della luminanza del manto stradale calcolato sulla carreggiata.

Nota: l'unità di misura è candele al metro quadro (cd x m²).

Uniformità longitudinale (della luminanza del manto stradale di una carreggiata); U1: Valore minimo dei rapporti determinati per ciascuna corsia di marcia della carreggiata come il rapporto tra il valore minimo e il valore massimo della luminanza del manto stradale rilevata lungo la mezzzeria di una corsia di marcia.

Incremento di soglia TI (di un oggetto in corrispondenza del manto stradale); fTI: Incremento percentuale di contrasto di un oggetto necessario per farlo rimanere alla visibilità di soglia in presenza di abbagliamento debilitante prodotto dagli apparecchi di illuminazione di un impianto di illuminazione stradale.

Nota TI è una misura dell'effetto dell'abbagliamento debilitante, definito come una luminanza di velo equivalente causata dalla diffusione della luce nell'occhio umano. I valori di TI sono calcolati in conformità alla EN 13201-3 mediante un'equazione per la luminanza di velo equivalente rappresentativa di una persona giovane. Quando si fissano i requisiti per la limitazione del TI o quando si valutano i valori di TI calcolati, si dovrebbe tenere conto del fatto che la diffusione nell'occhio tende ad aumentare con l'età della persona. L'aumento è individuale e può essere basso per alcuni, di un fattore di due per altri e può essere elevato per persone affette da cataratta non trattata.

Rapporto dell'illuminamento ai bordi EIR (di illuminamento di una fascia adiacente alla carreggiata di una strada); REI: Illuminamento orizzontale medio su una fascia appena al di fuori del bordo di una carreggiata, in rapporto all'illuminamento orizzontale medio su una fascia all'interno del bordo, laddove le fasce hanno la larghezza di una corsia di marcia della carreggiata.

Nota Si applicano valori distinti per ciascuno dei due lati di una carreggiata e per ciascuno dei due lati di entrambe le carreggiate di una carreggiata doppia. Quando si impone un requisito minimo per l'EIR di un impianto illuminazione, ciascuno dei distinti valori deve soddisfare il requisito.

Illuminamento medio (su una zona della strada); E: Valore medio dell'illuminamento orizzontale calcolato su una zona della strada.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

Illuminamento minimo (su una zona della strada); Emin: Valore minimo dell'illuminamento su una zona della strada.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

Illuminamento emisferico (in un punto su una zona della strada); Ehs: Flusso luminoso su un piccolo emisfero con base orizzontale, diviso per la superficie dell'emisfero.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

Illuminamento emisferico medio (su una zona della strada); Ehs: Valore medio dell'illuminamento emisferico calcolato su una zona della strada.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

Uniformità generale (della luminanza del manto stradale, dell'illuminamento della zona della strada o dell'illuminamento emisferico); Uo: Rapporto tra il valore minimo e il valore medio.

Livello mantenuto (della luminanza media del manto stradale, dell'illuminamento medio o minimo della zona della strada, dell'illuminamento emisferico medio, dell'illuminamento semicilindrico minimo o dell'illuminamento minimo del piano verticale): Livello di progetto ridotto di un fattore di manutenzione per tenere conto dell'invecchiamento.

Illuminamento semicilindrico (in un punto); Esc: Flusso luminoso totale che cade sulla superficie curva di un semicilindro molto piccolo, diviso per l'area della superficie curva del semicilindro.

Nota 1 L'asse del semicilindro deve essere verticale e la direzione della normale alla faccia piana all'interno del semicilindro deve essere quella di orientamento del semicilindro.

Nota 2 l'unità di misura è lux (lx).

Illuminamento semicilindrico minimo (su un piano al di sopra di una zona della strada); Esc,min:

Valore minimo dell'illuminamento semicilindrico su un piano a un'altezza specificata al di sopra di una zona della strada.

Illuminamento del piano verticale (in un punto); Ev: Illuminamento in un punto su un piano verticale.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

Illuminamento minimo del piano verticale (su un piano al di sopra di una zona della strada); Ev,min:

Valore minimo dell'illuminamento del piano verticale su un piano a un'altezza specificata al di sopra della zona della strada.

Nota l'unità di misura è lux (lx).

4. Calcolo del fattore di manutenzione

Il calcolo del fattore di manutenzione utilizzato per i calcoli illuminotecnici avviene come segue:

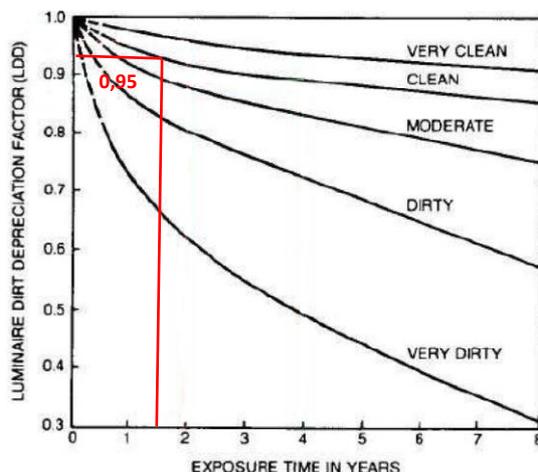
$$U = LLMF \times LSF \times LMF$$

dove:

- U: fattore di manutenzione;
- LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor) e la riduzione del flusso luminoso della lampada presente nell'apparecchio ed è espressa come rapporto fra la luminosità prodotta dopo un certo periodo e la luminosità iniziale della stessa;
- LSF (Lamp Survival Factor) e la percentuale che esprime il numero di lampade non bruciate dopo un certo periodo dall'installazione;
- LMF (Luminaire Maintenance Factor) e la riduzione del flusso luminoso dell'apparecchio (dovuta soprattutto all'accumularsi dello sporco sulle ottiche) e dipende dal tipo di apparecchio, dalle condizioni atmosferiche e dall'intervallo di manutenzione; viene espressa come rapporto fra la luminosità iniziale dell'apparecchio e la luminosità dello stesso dopo un certo periodo, a certe condizioni ambientali e a determinati intervalli di manutenzione.

Nei calcoli si assumono i seguenti valori:

- LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor) = 0,80 quale dato indicato mediamente dal produttore degli apparecchi previsti, considerando la durata di vita a 100.000 ore dichiarata dallo stesso (L80);
- LSF (Lamp Survival Factor) = 1 in quanto per il tipo di impianto la sostituzione di apparecchi è prossima a 0 e comunque dovrebbe essere effettuata al bisogno;
- LMF (Luminaire Maintenance Factor) = 0,95 considerando la ridotta quantità di polveri sottili della zona e quindi il ridotto accumularsi di sporcizia sulla superficie emittente dell'apparecchio durante i cicli di pulizia; tale coefficiente considera una pulizia degli apparecchi ogni 1,5 anni e un ambiente "CLEAN", come risulta dal grafico riportato sotto, con sostituzione degli apparecchi a circa 23-24 anni (durata dichiarata di 100.000 h / 4.200 h all'anno circa di funzionamento).



Pertanto:

$$U = 0,80 \times 1 \times 0,95 = 0,76$$

Si sceglie quindi un fattore di manutenzione $U = 0,76$.

5. Apparecchi illuminanti e sostegni, L.R. 15/07

La scelta dei corpi illuminanti viene fatta secondo le prescrizioni della norma UNI 10819 e della Legge Regionale FVG n° 15/07 e s.m.i., prevedendo l'utilizzo di apparecchi di tipo CUT-OFF, in grado di contenere l'emissione luminosa entro i 90°.

Questo tipo di apparecchi assicura un elevato controllo dell'abbagliamento e consente di ottenere una distribuzione luminosa ottimale in funzione della destinazione dell'area urbana considerata.

Nella scelta dei componenti, come stabilito anche nel PRIC, è stato fatto riferimento oltre che alla normativa nazionale, anche alle prescrizioni dettate dalla Legge Regionale n. 15 del 18 giugno 2007 che prevede le seguenti condizioni:

- a) che gli impianti siano costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre;
- b) che gli impianti siano equipaggiati di lampade al sodio ad alta e bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione e una temperatura di colore massima pari a 4000 °K;
- c) che gli impianti siano realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalla CEN/TR 13201-1, o, in assenza di norme di sicurezza specifiche, non superino 1 cd/mq; i valori minimi di sicurezza possono venire superati con una tolleranza del 15 per cento;
- d) che gli impianti siano provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventitre nel periodo di ora solare ed entro le ore ventiquattro nel periodo di ora legale, l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività; la riduzione non va applicata solo qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali che la sicurezza ne venga compromessa; la riduzione di luminanza in funzione dei livelli di traffico è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.

Viene previsto l'utilizzo di apparecchi in grado di prevenire l'inquinamento luminoso, privi di emissione luminosa verso l'emisfero superiore.

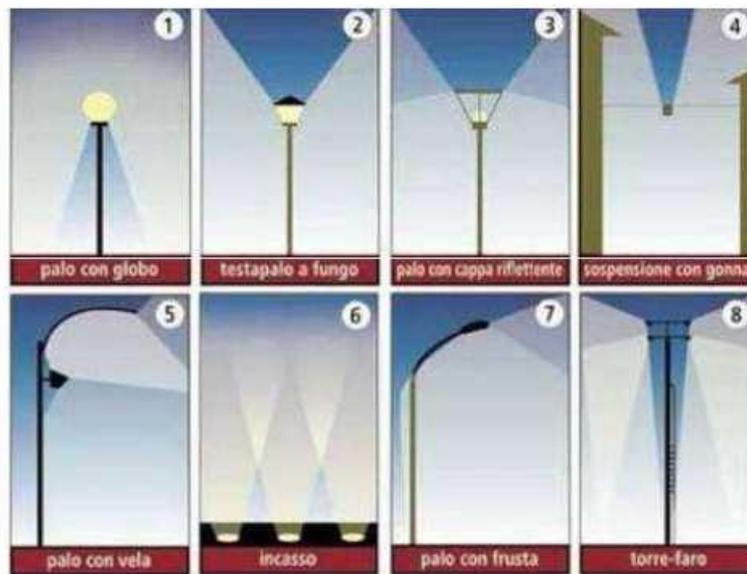
Gli apparecchi illuminanti previsti soddisfano queste condizioni, essendo dotati di regolazione interna con profilo di dimmerazione in modalità mezzanotte virtuale preimpostato in fabbrica.

La stabilità dei pali deve essere conforme alla norma UNI EN 40-5 "Pali per illuminazione pubblica - Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio".

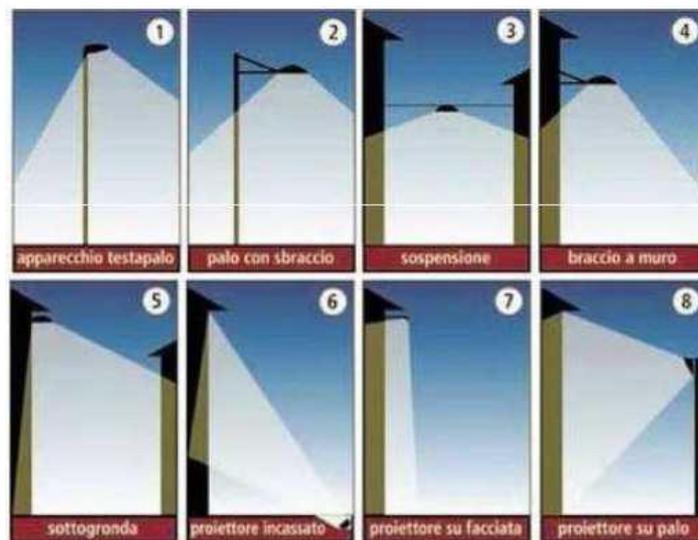
La loro scelta deve essere fatta in modo che possano inserirsi in modo armonioso nell'ambiente di installazione.

Le figure seguenti riassumono le modalità di non corretta e di corretta installazione degli apparecchi illuminanti.

INSTALLAZIONI NON CONFORMI



INSTALLAZIONI CONFORMI



6. Criteri di scelta del tipo di sorgenti luminose

6.1. Tonalità della luce e resa cromatica

L'apparenza cromatica di un oggetto dipende dalle caratteristiche cromatiche e di riflessione dell'oggetto stesso e dalle peculiarità della sorgente luminosa che lo illumina.

Il cambiamento della tonalità di colore della luce influenza, pertanto, l'apparenza cromatica degli oggetti illuminati.

Entro certi limiti l'organismo compensa questi cambiamenti fornendo un'apparenza cromatica degli oggetti secondo elementi soggettivi; oltrepassati tali limiti la percezione cromatica degli oggetti cambia.

Le luci bianche comprendono una vasta gamma di varianti cromatiche, influenzate dalla quantità delle tre componenti fondamentali (rosso, verde e blu); l'esempio in natura è rappresentato dalla luce solare che a mezzogiorno si presenta bilanciata con le componenti fondamentali in quantità praticamente uguali con il risultato di una luce bianca mentre al mattino e alla sera la risposta cromatica risulta modificata.

Questo è dovuta al diverso bilanciamento dei colori primari nell'emissione luminosa, se la predominanza dello spettro luminoso è dei colori blu l'emissione è a luce fredda, se la predominanza dello spettro luminoso è dei colori rosso/arancio/giallo l'emissione è a luce calda.

Analogamente alla luce solare, anche le sorgenti luminose elettriche per natura costruttiva presentano diverse tonalità di luce.

Insieme alla tonalità di colore della sorgente luminosa, bisogna considerare l'indice di resa cromatica dei colori (Ra). Tale indice rappresenta il grado di restituzione dei colori caratteristico della sorgente luminosa, è quindi un valore numerico da 0 a 100. Quanto più tale indice si avvicina a 100, tanto maggiore è l'attitudine della sorgente luminosa a consentire l'apprezzamento delle sfumature di colore.

6.2. Le sorgenti luminose previste

La sorgente luminosa è uno dei componenti elettrici fondamentali che determina il rendimento dell'impianto, misurabile dal grado di benessere o comfort visivo che l'illuminazione assicura agli utenti e dal rapporto tra energia assorbita ed il flusso luminoso emesso (**efficienza luminosa**).

Pertanto, nella scelta occorre valutare attentamente, in relazione all'ambiente di installazione, le caratteristiche della lampada utilizzata quali la potenza assorbita, l'indice di resa cromatica, la

temperatura di colore, l'efficienza luminosa e il costo della lampada stessa, mirando ad ottenere impianti efficienti, oltre che dal punto di vista illuminotecnico, anche sotto l'aspetto energetico, utilizzando sorgenti ad elevata efficienza luminosa (lm/W).

L'illuminazione pubblica stradale deve permettere agli utenti della strada di circolare nelle ore notturne con facilità e sicurezza, l'analisi delle esigenze visive che caratterizzano le diverse categorie di utenti costituisce pertanto una condizione necessaria per uno sviluppo corretto dello studio illuminotecnico.

Per l'automobilista si tratta di percepire distintamente, localizzandoli con certezza ed in tempo utile, i punti singolari del percorso (incroci, curve, ecc.) e gli ostacoli eventuali. Per il pedone, sono essenziali la visibilità distinta dei bordi del marciapiede, dei veicoli e degli ostacoli nonché l'assenza di zone d'ombra troppo marcate.

Nel caso in esame, essendo la tipologia di impianto prettamente di carattere stradale, dove l'importante per gli utilizzatori è visualizzare in maniera ottimale i percorsi e gli ostacoli, si sono privilegiati gli aspetti di risparmio energetico nel rispetto degli obiettivi di contenimento dei costi di gestione e di tutela dell'ambiente, senza trascurare il ritorno estetico degli ambienti illuminati.

Vengono pertanto scelte fonti luminose LED, caratterizzate da una gradevole qualità di colore, da un elevato indice di resa cromatica e da un'elevata efficienza luminosa che permette di limitare la potenza installata; le sorgenti saranno a luce calda con temperatura di colore **3000° K** nella frazione di Mussons, simile alle lampade ad incandescenza, in grado creare un'atmosfera piacevole per i fruitori dei luoghi; per l'illuminazione di via Centro si prevederà l'utilizzo di apparecchi illuminanti con temperatura di colore di **4000°K** in modo tale da permettere una migliore individuazione di ostacoli.

Al risparmio energetico ottenibile con l'utilizzo dalle sorgenti luminose scelte si potrà sommare quello ottenibile dalla regolazione del flusso interna agli apparecchi.

Il grafico mette in relazione l'efficienza luminosa dei principali tipi di lampade.



N°	TIPO DI FONTE LUMINOSA		POTENZA	EFF. LUM.
1	lampada a vapori di Hg	tipo HQL SUPER DE LUXE	125W	45,6
2	lampada a vapori di Hg	tipo HQL	125W	50,4
3	lampada a vapori di Hg	tipo HQL DE LUXE	125W	52
4	lampada a vapori di sodio alta pressione senza piombo	tipo SON-T Plus PIA	70 W	91
5	lampada a vapori di sodio alta pressione senza piombo	tipo SON-T Plus PIA	100 W	107
6	lampada a vapori di sodio alta pressione senza piombo	tipo SON-T Plus PIA	150 W	110
7	lampada a idori metallici Ra>80	tipo CDO-TT	70 W	88
8	lampada a idori metallici Ra>80	tipo CDO-TT	100 W	91
9	lampada a idori metallici Ra>80	tipo CDO-TT	150 W	92
10	LED 58.5 W - 4000 °K (progetto)	LED	58.5	144
11	LED 39.5 W - 3000 °K (progetto)	LED	39.5	133

7. Caratteristiche elettriche degli impianti

7.1. Alimentazione e quadri comando

Tutti gli impianti oggetto di intervento sono di categoria I° (50 < Un < 1.000 Volt, corrente alternata, bassa tensione), sistema di distribuzione TT, fornitura monofase/trifase con neutro 230/400 V.

L'alimentazione dei singoli punti luce sarà del tipo in derivazione con tensione 230 Volt; eventuali aggiunte in distribuzione trifase per quanto possibile dovranno rispettare la sequenza ciclica RN-SN-TN con distribuzione tre fasi + neutro.

Non sono previste nuove dorsali, ma solamente integrazioni o prolungamenti di linea puntuali in corrispondenza degli spostamenti di alcuni punti luce.

Eventuali carenze sulle linee esistenti non sono pertanto imputabili al presente progetto.

Per le specifiche si rimanda alle tavole progettuali.

7.2. Collegamenti

I collegamenti, per le derivazioni dalla linea dorsale, saranno eseguiti in morsettiera.

7.3. Linee e conduttori

Verranno riutilizzate le condutture e le linee esistenti.

7.4. Protezione dai contatti diretti

Al fine di evitare contatti accidentali con parti attive dei componenti elettrici, queste devono essere protette mediante isolamento o barriere o involucri.

Nel caso di protezione mediante isolamento, la rimozione dello stesso per l'accesso a parti attive deve avvenire solamente mediante distruzione (art. 412.1 norma CEI 64-8).

Nel caso di protezione mediante involucri o barriere, questi devono assicurare nei confronti delle parti attive un grado di protezione minimo IPXXB, mentre le parti superiori di tali mezzi devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD, essere saldamente fissati e mantenere stabilità e durata nel tempo (artt. 412.2.1-412.2.2-412.2.3 norma CEI 64-8).

Quando sia necessaria la rimozione o l'apertura di barriere o involucri, questo deve essere possibile solo (art. 412.2.4 norma CEI 64-8):

- con l'uso di una chiave o di un attrezzo, oppure
- se dopo l'interruzione dell'alimentazione per lo svolgimento dell'operazione, il ripristino della stessa sia possibile solo dopo la richiusura della barriera stessa, oppure
- se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con chiave o attrezzo.

Gli sportelli che danno accesso a parti attive, se pur apribili con chiave o attrezzo e se posti a meno di 2,5 m dal suolo (ad esempio le morsettiere dei pali), devono avere grado di protezione minimo IPXXB

(inaccessibili al dito di prova) oppure tali parti devono essere protette da un ulteriore schermo con lo stesso grado di protezione (art. 714.412 norma CEI 64-8).

7.5. Protezione dai contatti indiretti

Gli interventi di pubblica illuminazione saranno realizzati con nuovi apparecchi in classe II di isolamento; pertanto, essi non richiedono la messa a terra che anzi è proibita (norma CEI 64-8 art. 714.413.2).

8. Dimensionamento delle linee a 3 conduttori unipolari + neutro

8.1. Protezione delle linee contro il corto circuito

Ogni punto luminoso verrà protetto mediante fusibile, posto in apposita morsettiera allogata nel palo in posizione facilmente accessibile agli addetti alla manutenzione.

La linea, all'inizio e dove necessario, disporrà di adeguati dispositivi di protezione in modo che ogni sua parte risulti protetta dalle sovracorrenti secondo la norma CEI.64-8/4 sezione 433 e sezione 434. In particolare si è verificato che siano sempre verificate le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1.45 I_z$$

Dove:

- **I_b** = corrente di impiego del circuito;
- **I_n** = portata in regime permanente della conduttura;
- **I_z** = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- **I_f** = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite

Il dimensionamento dell'impianto richiede la verifica della protezione contro il circuito in tutti i punti della linea.

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni (si presume, in assenza di precise indicazioni, una corrente di corto circuito nel punto di installazione pari a 6 kA per line monofase e 10 kA per line trifase secondo la norma CEI 0-21).

La seconda condizione invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Tale condizione indica che l'energia specifica sopportabile dal cavo in condizioni di guasto deve essere maggiore o al massimo uguale a quella che viene lasciata passare dalla protezione.

La determinazione delle correnti di corto circuito a fondo linea è stata effettuata secondo la norma CEI 64/8 art. 533.3 con la seguente espressione.

$$I_{cc} = 0,8 U_S / 1,5 r * 2L$$

dove:

- I_{cc}** = è la corrente di corto circuito, in A;
- 0,8** = è un fattore che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione nel punto di allacciamento per effetto del corto circuito;
- U** = è la tensione, in V;
- S** = è la sezione della conduttura, in mmq;
- 1,5** = è un fattore per cui si moltiplica la resistenza della conduttura, calcolata a 20° C, per tener conto dell'aumento della temperatura durante il corto circuito;
- r** = è la resistività a 20° C del materiale dei conduttori, in Ω mmq/m;

2 = è un fattore per cui si moltiplica la lunghezza semplice della condotta per tener conto che il corto circuito interessa una lunghezza doppia di conduttore;

L = è la lunghezza semplice della condotta, in m.

9. Analisi dei consumi esistenti

Di seguito si riporta l'analisi dei consumi esistenti elaborata secondo le informazioni ricevute.

VIA	APPARECCHIO	QUANTITA'	POTENZA APPARECCHI ESIST.	POTENZA TOTALE ASSORBITA ESIST. IN W (COMPRESO 10% PERDITE AUX)
Via centro	Lampade Sodio alta pressione	20	250	5500
Via centro - Inizio pedonale	Lampade Sodio alta pressione	3	70	231
Parco via Carbona	Lampade Sodio alta pressione	4	70	308
Via Principale	LED	4	30	132
Via S. Michele	LED	9	30	297
Via Chiesa	LED	1	30	33
			POTENZA ASSORBITA TOTALE (W)	6501

FONTE: Dati trasmessi dal Comune di Morsano al Tagliamento sulla base della documentazione progettuale esistente

Il consumo annuo di energia è stato calcolato formulando un'ipotesi di funzionamento annuo di 4.242 ore suddivise in 1972 ore con l'impianto completamente acceso e 2.270 ore a regime ridotto per abbassamento della tensione di alimentazione tramite regolazione punto-punto.

Energia annua dell'impianto considerando 1.972 ore di funzionamento con consumo a regime intero

Consumo a regime intero: $7,476 \text{ kW} \times 1.972 \text{ h} = \text{kWh/anno } 14.742,67$

Energia annua dell'impianto considerando 2.270 ore di funzionamento con consumo a regime ridotto di potenza pari a 2,243 kW (corrispondente ad una diminuzione del 30% della potenza assorbita a pieno regime come valore cautelativo di diminuzione di consumo)

Consumo a regime ridotto: $5,233 \text{ kW} \times 2.270 \text{ h} = \text{kWh/anno } 11.878,91$

Energia annua totale dell'impianto

$14.742,67 \text{ kWh} + 11.878,91 \text{ kWh} = \text{kWh/anno } 26.621,58$

10. Tabella riassuntiva nuovi impianti

COMUNE DI MORSANO AL TAGLIAMENTO - PROGETTO DEFINITIVO DELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA Tabella riassuntiva delle potenze installate						
<u>N. Quadro (+Q...)</u>	<u>Via/Strada</u>	<u>Punti Luce</u>	<u>Totale Punti Luce</u>	<u>Potenza Lampade (W)</u>	<u>Pot. Tot. Corpi Illuminanti (W)</u>	<u>Potenza Installata Totale Quadro (W)</u>
8	Via Centro	23	27	13,5 - 58,5	1210,5	1290,5
	Parco via Carbona	4		20	80	
24	Via Principale	3	9	27 - 39,5	106	343
	Via S. Michele	5		39,5	197,5	
	Via Chiesa	1		39,5	39,5	
		Totale punti luce	36		Totale potenza	1633,5

11. Previsione dei costi di gestione degli impianti

Le previsioni dei costi di energia, gestione e manutenzione dell'impianto seguenti si riferiscono ai soli punti luce di progetto (non è presa in considerazione la parte esistente di impianto per quanto riguarda la manutenzione).

totale punti luce	n.	36
potenza totale assorbita	KW	1,879*

*(la potenza assorbita è pari alla potenza installata delle lampade sommata alla potenza assorbita dagli ausiliari di alimentazione delle stesse e alla potenza dissipata in linea, nel caso in esame considerate pari a 0,245 kW).

11.1. Calcolo dei consumi per la rete di progetto

Il consumo annuo di energia è stato calcolato formulando un'ipotesi di funzionamento annuo di 4.242 ore suddivise in 1972 ore con l'impianto completamente acceso e 2.270 ore a regime ridotto per abbassamento della tensione di alimentazione tramite regolazione punto-punto.

Energia annua dell'impianto considerando 1.972 ore di funzionamento con consumo a regime intero

Consumo a regime intero: $1,879 \text{ kW} \times 1.972 \text{ h} = \text{kWh/anno } 3.705,39$

Energia annua dell'impianto considerando 2.270 ore di funzionamento con consumo a regime ridotto di potenza pari a 0,564 kW (corrispondente ad una diminuzione del 30% della potenza assorbita a pieno regime)

Consumo a regime ridotto: $1,315 \text{ kW} \times 2.270 \text{ h} = \text{kWh/anno } 2.985,73$

Energia annua totale dell'impianto

$3.705,39 \text{ kWh} + 2.985,73 \text{ kWh} = \text{kWh/anno } 6.691,12$

Il costo annuo di energia elettrica, con riferimento al presente progetto, è calcolato al kWh pari a € 0,138494 (tariffa media mercato libero energia elettrica agg. 2023), secondo il riepilogo seguente:

TARIFE PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA BT – ESEMPIO CON TARIFFA SERVIZIO ELETTRICO NAZIONALE AGG. 2023 (per forniture in bassa tensione per usi di illuminazione pubblica)

Costo energia (rif. tariffe Servizio Elettrico nazionale agg. 2022)

Prezzo dell'energia utilizzata:	0,138494	€/kWh
Componente dispacciamento:	-0,00027	€/kWh

Oneri di sistema

Componente ASOS	0	€/kWh
Componente ARIM	0	€/kWh
Componente UC3	0	€/kWh
Componente UC6	0	€/kWh

Accise

Incidenza a consumo	0,0227	€/kWh
---------------------	--------	-------

IVA

Incidenza a consumo	€ 0,035	€/kWh
<hr/>		
<u>Prezzo totale al kWh</u>	€ 0,20	€/kWh

11.2. Costo annuo dell'energia per la rete di progetto

Totale costo annuo dell'energia

kWh/anno 6.691,12 x € 0,20 = € 1.338,22

Costo energia media per punto luce:

€ 1.338,22/36 = € 37,17

11.3. Costo annuo di gestione per la rete di progetto

I costi di gestione sono stati calcolati considerando un onere annuo a punto luce pari a € 40,75.

La cifra è stata desunta considerando che l'impianto sia utilizzato per 4200 ore circa all'anno.

Il costo di gestione annuo comprende le quote dilazionate annue per i servizi di:

- manutenzione linee e sostegni;
- ricambio apparecchiature accessorie (reattori, accenditori, cablaggi);
- manutenzione straordinaria dell'apparecchio illuminante (corpo, coppe, riflettori);
- manutenzione ordinaria del quadro comando.

La tabella seguente indica l'incidenza di ogni singola quota sul costo di gestione totale annuo di ogni singolo punto luce:

CALCOLO DEGLI ONERI ANNUI DI MANUTENZIONE PER PUNTO LUCE	
A1 - Onere per la manutenzione di linee e sostegni	
A1 =	€ 1,35
B1 - Ricambio lampade a programma	
B1 =	€ 15,23
B2 - Ricambio lampade fuori servizio occasionali	
B2 =	€ 3,81

B3 - Ricambio apparecchiature accessorie (si considera una durata di 15 anni media)	
B3 =	€ 5,92
B4 - Onere per la manutenzione degli apparecchi	
B4 =	€ 13,86
B5 - Onere per la manutenzione del quadro comando	
B5 =	€ 0,58
T - TOTALE DEL CORRISPETTIVO PER LA MANUTENZIONE DI OGNI PUNTO LUCE	
T =	€ 40,75

NOTA: esclusa la sostituzione dei corpi illuminanti per avaria

Totale costo di gestione annuo:

€ 40,75 x 36 = **€ 1476**

11.4. Costo annuo di esercizio per la rete di progetto

Costo di esercizio medio a punto luce:

Costo energia annuo = € 37,17

Costo di gestione annuo = € 40,75

Totale costo esercizio a punto luce annuo = € 77,92

Costo di esercizio annuo della rete:

Costo annuo dell'energia = € 1.338,22

Totale costo di gestione annuo = € 1.476

Totale costo di esercizio annuo = € 2.814,22

12. Calcolo dell'indice di prestazione energetica degli impianti di illuminazione

Il DM 27 settembre 2017 "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica" impone prestazioni energetiche minime agli apparecchi illuminanti e agli impianti.

In particolare, è richiesto che gli impianti di illuminazione pubblica abbiano un indice di prestazione energetica (IPEI) maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe A fino all'anno 2025 compreso e alla classe A+ a partire dall'anno 2026.

Gli impianti rispetteranno pertanto i suddetti requisiti, rientrando almeno nella classe minima richiesta **A**:

VIA:	VIA CENTRO
AMBITO 1	STRADALE
LUNGHEZZA TRATTO (m):	600
LARGHEZZA TRATTO (m):	6,7
AREA (mq):	4020
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,71
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

AMBITO 2	MARCIAPIEDE
LUNGHEZZA TRATTO (m):	600
LARGHEZZA TRATTO (m):	2,5
AREA (mq):	1500
N. APPARECCHI TIPO 1:	20
POTENZA APPARECCHI TIPO 1:	58,5
POTENZA TOTALE APPARECCHI (COMPRESSE LE PERDITE):	1345,5
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,2
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

Dp=	0,02
Dp,R	0,04
IPEI=	0,51

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	IPEI* < 0,85 - (0,10 X n)

A++	$0,55 \leq \text{IPEI}^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq \text{IPEI}^* < 0,75$
A	$0,75 \leq \text{IPEI}^* < 0,85$
B	$0,85 \leq \text{IPEI} < 1,00$
C	$1,00 \leq \text{IPEI}^* < 1,35$
D	$1,35 \leq \text{IPEI}^* < 1,75$
E	$1,75 \leq \text{IPEI}^* < 2,30$
F	$2,30 \leq \text{IPEI}^* < 3,00$
G	$\text{IPEI}^* \geq 3,00$

VIA:	VIA PRINCIPALE
AMBITO 1	STRADALE
LUNGHEZZA TRATTO (m):	70
LARGHEZZA TRATTO (m):	5,7
AREA (mq):	399
N. APPARECCHI TIPO 1:	1
POTENZA APPARECCHI TIPO 1:	27
N. APPARECCHI TIPO 2:	2
POTENZA APPARECCHI TIPO 2:	39,5
POTENZA TOTALE APPARECCHI (COMPRESSE LE PERDITE):	121,9
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	7,14
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,8

AMBITO 2	MARCIAPIEDE 1
LUNGHEZZA TRATTO (m):	70
LARGHEZZA TRATTO (m):	0,7
AREA (mq):	49
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

AMBITO 3	MARCIAPIEDE 2
LUNGHEZZA TRATTO (m):	70
LARGHEZZA TRATTO (m):	0,6
AREA (mq):	42
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,04
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,04
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

Dp=	0,03
Dp,R	0,04
IPEI=	0,74

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

VIA:	VIA SAN MICHELE
AMBITO 1	STRADALE
LUNGHEZZA TRATTO (m):	140
LARGHEZZA TRATTO (m):	5,7
AREA (mq):	798
N. APPARECCHI TIPO 1:	5
POTENZA APPARECCHI TIPO 1:	39,5
POTENZA TOTALE APPARECCHI (COMPRESSE LE PERDITE):	227,125
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	7,14
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,8

AMBITO 2	MARCIAPIEDE 1
LUNGHEZZA TRATTO (m):	140
LARGHEZZA TRATTO (m):	0,7
AREA (mq):	98
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

AMBITO 3	MARCIAPIEDE 2
LUNGHEZZA TRATTO (m):	140
LARGHEZZA TRATTO (m):	0,6
AREA (mq):	84
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,04
ILLUMINAMENTO CONSIDERATO NEL CALCOLO (lux):	10,04
FATTORE DI MANUTENZIONE IMPIANTO:	0,76

Dp=	0,03
Dp,R	0,04
IPEI=	0,69

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$